Cognome: ______________________________ Nome: ______________________________

Esame di Applicazioni Industriali Elettriche / Elettronica

Appello V: 12/09/2019

Note

Il tempo massimo per l'esecuzione della prova è di 2 ore e 30 minuti. Inserire di seguito la matricola per trovare i coefficienti da usare per determinare i parametri degli esercizi proposti.

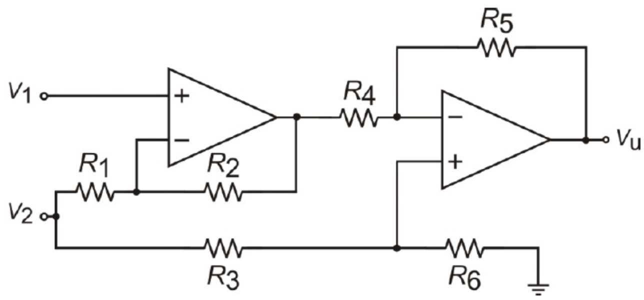
Matricola:

k_6	k_5	k_4	k_3	k_2	k_1

Esercizio 1 (Modulo 2 – Ingegneria dei Sistemi Informativi)

Nel circuito di figura si considerino ideali gli amplificatori operazionali.

Determinare l'espressione della tensione di uscita $V_u = f(V_1,V_2)$.



R_1 = 25 kΩ	R_2 = 25 kΩ
R_3 = 45 kΩ	R_4 = 10 kΩ
$R_5 = 10\cdot(1+k_2)$ kΩ	R_6 = 45 kΩ

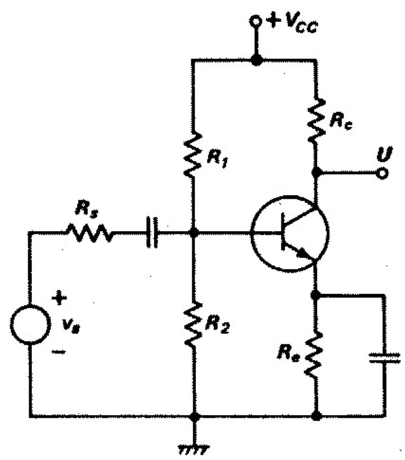
Esercizio 2 (Modulo 2 – Ingegneria dei Sistemi Informativi)

Dato il circuito di figura:

a) calcolare la corrente di collettore di riposo del BJT I_{C0};

b) calcolare la tensione di uscita di riposo V_{u0};

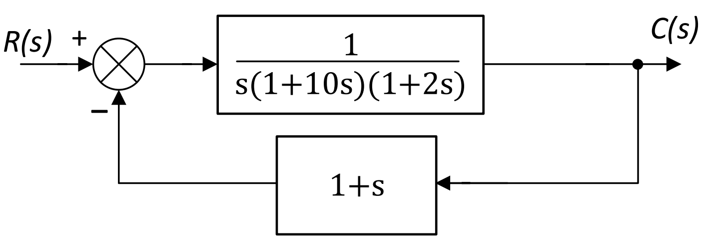
c) supponendo opportunamente dimensionati i condensatori, calcolare il valore del guadagno di tensione a centro banda $A_v = v_u/v_s$



V_{CC} = 5 V	V_γ = 0,7 V
$R_C = 200\cdot(10+k_2)$ Ω	R_E = 100 Ω
R_1 = 210 kΩ	R_s = 50 Ω
R_2 = 80,1 kΩ	β_F = 100

Esercizio 3 (Modulo 1 – Ingegneria Meccanica)

Dato il seguente sistema con retroazione,



si disegnino i digrammi di Bode del guadagno ad anello aperto. Dai diagrammi disegnati si determinino, seppur in forma approssimata, i margini di fase e di ampiezza del sistema.

Esercizio 4 (Modulo 1 – Tutti)

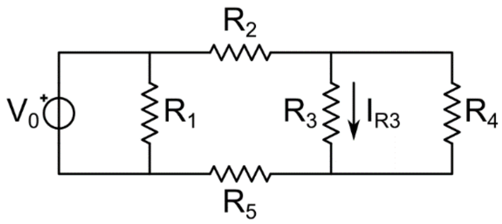
Determinare la corrente $\mathrm{I_{R3}}$ che scorre sulla resistenza R_3 riportata in figura, supponendo il circuito in condizioni stazionarie in continua. Si esprima il risultato con almeno tre cifre significative.

$V_0 = 15\,V,$

$R_1 = 10\,\Omega,\ R_2 = (10 + k_1)\,\Omega$

$R_3 = 10\,\Omega,\ R_4 = 10\,\Omega$

$R_5 = 10\,\Omega$



Esercizio 5 (Modulo 1 – Tutti)

Determinare le quattro correnti indicate nel circuito in figura, supponendo il circuito in regime sinusoidale. La frequenza della sorgente è f_0. Rappresentare le quattro correnti su un <u>diagramma fasoriale</u>.

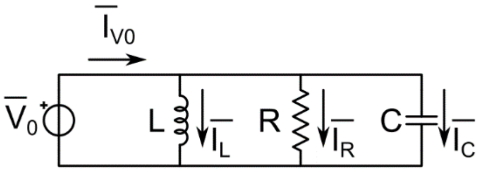
$\bar{V}_0 = \left((k_2 + 1)\angle 0°\right) V$

$f_0 = 50\,Hz$

$R = 3\,\Omega$

$C = 330\,\mu F$

$L = 15\,mH$



Esercizio 6 (Modulo 1 – Tutti)

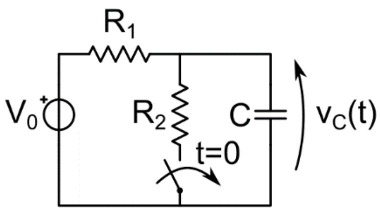
Determinare l'espressione temporale della tensione sul condensatore come indicata in figura, osservando che l'interruttore viene chiuso all'istante t=0. Determinare la condizione iniziale della variabile di stato dallo schema, considerando l'interruttore aperto.

$V_0 = 23\,V$

$R_1 = (10 + k_3)\,\Omega$

$R_2 = 30\,\Omega$

$C = 100\,nF$



Soluzioni Appello V del 12/09/2019

Alessandro Soldati

12/09/2019

1 Esercizio 1

La resistenza R_1 può essere trascurata, in quanto si trova in parallelo ad un generatore *ideale* di tensione.

La tensione V_{R3} ai capi della resistenza R_3 può essere calcolata utilizzando la formula del partitore di tensione, osservando che le resistenze R_3 e R_4 sono fra loro in parallelo (resistenza equivalente R_{34}):

$$R_{34} = R_3 \parallel R_4 = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}$$

Si ha quindi il partitore costituito da R_2, R_{34}, R_5:

$$V_{R3} = V_0 \frac{R_{34}}{R_2 + R_{34} + R_5}$$

Si ottiene infine la corrente applicando la legge di Ohm:

$$I_{R3} = V_{R3}/R_3.$$

2 Esercizio 2

Essendo tutti i componenti in parallelo, su tutti si trova applicata la medesima tensione $\bar{V}_0$. Le tre correnti si possono quindi calcolare come:

$$\bar{I}_L = \frac{\bar{V}_0}{j\omega L} = -j\frac{\bar{V}_0}{\omega L}, \quad \bar{I}_R = \frac{\bar{V}_0}{R}, \quad \bar{I}_C = j\omega C \bar{V}_0.$$

Si nota che le fasi sono rispettivamente $-\pi/2$, 0 e $\pi/2$. Inoltre, per la legge di Kirchhoff delle correnti ad uno dei due nodi presenti nel circuito, si ha che:

$$\bar{I}_{V0} = \bar{I}_L + \bar{I}_R + \bar{I}_C.$$

Sostituendo i valori numerici, si ottiene un diagramma fasoriale delle correnti come quello di fig. 1.

3 Esercizio 3

Inizialmente, per $t < 0$, l'interruttore è aperto e la resistenza R_2 è quindi esclusa dal circuito. In condizioni stazionarie il condensatore C si comporta come un aperto, quindi si ha che $v_C(0) = V_0$, che è la condizione iniziale del transitorio studiato.

Per $t > 0$ la resistenza R_2 è collegata; applicando la legge di Kirchhoff delle correnti al nodo comune a R_1, R_2 e C si ha $i_{R1} = i_{R2} + i_C$. Queste possono essere espresse come:

$$i_{R1} = \frac{V_0 - v_C}{R_1}, \quad i_{R2} = \frac{v_C}{R_2}, \quad i_C = C\frac{\mathrm{d}v_C}{\mathrm{d}t}$$

Sostituendo, si ottiene:

$$C\frac{\mathrm{d}v_C}{\mathrm{d}t} + v_C\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) = \frac{V_0}{R_1}$$

che si può riscrivere come:

$$\frac{\mathrm{d}v_C}{\mathrm{d}t} + \frac{v_C}{\tau_{12}} = \frac{V_0}{\tau_1}$$

avendo posto $\tau_{12} = R_{12}C$, con $R_{12} = R_1 \parallel R_2$ e $\tau_1 = R_1 C$. Per facilitare la soluzione, l'equazione differenziale può essere ulteriormente riscritta separando le variabili, ottenendo:

$$\frac{\mathrm{d}v_C}{\mathrm{d}t} = \frac{V_0}{\tau_1} - \frac{v_C}{\tau_{12}} = \frac{V_0\frac{\tau_{12}}{\tau_1} - v_C}{\tau_{12}}.$$

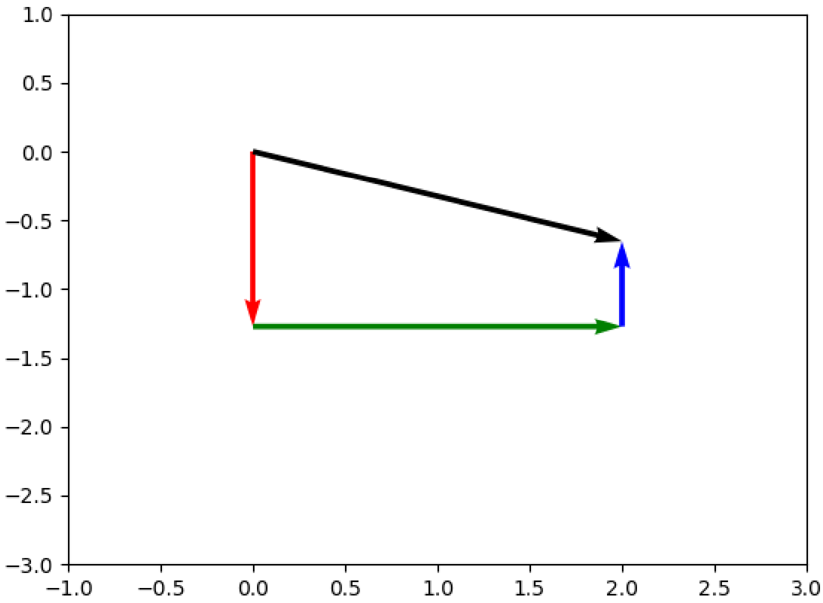


Figura 1: Diagramma fasoriale delle correnti dell'esercizio 2. In rosso la corrente sull'induttore, in verde quella sul resistore, in blu quella sul condensatore e in nero la somma delle tre, coincidente con la corrente erogata dal generatore.

Ponendo $V_{12} = V_0 \frac{\tau_{12}}{\tau_1}$ si ha infine l'espressione già vista:

$$\frac{\mathrm{d}v_C}{V_{12} - v_C} = \frac{\mathrm{d}t}{\tau_{12}}$$

che può poi essere integrata:

$$\int_{v_C(0)}^{v_C(t)} \frac{1}{V_{12} - v_C}\,\mathrm{d}v_C = \int_0^t \frac{1}{\tau_{12}}\,\mathrm{d}t$$

$$\left[-\ln|V_{12} - v_C|\right]_{v_C(0)}^{v_C(t)} = t/\tau_{12}$$

$$-\ln|V_{12} - v_C(t)| + \ln|V_{12} - v_C(0)| = t/\tau_{12}$$

$$\ln\frac{v_C(t) - V_{12}}{v_C(0) - V_{12}} = -\frac{t}{\tau_{12}}$$

$$v_C(t) = V_{12} + (V_0 - V_{12})e^{-t/\tau_{12}} = V_0\frac{\tau_{12}}{\tau_1}\left(1 - e^{-t/\tau_{12}}\right) + V_0 e^{-t/\tau_{12}}$$